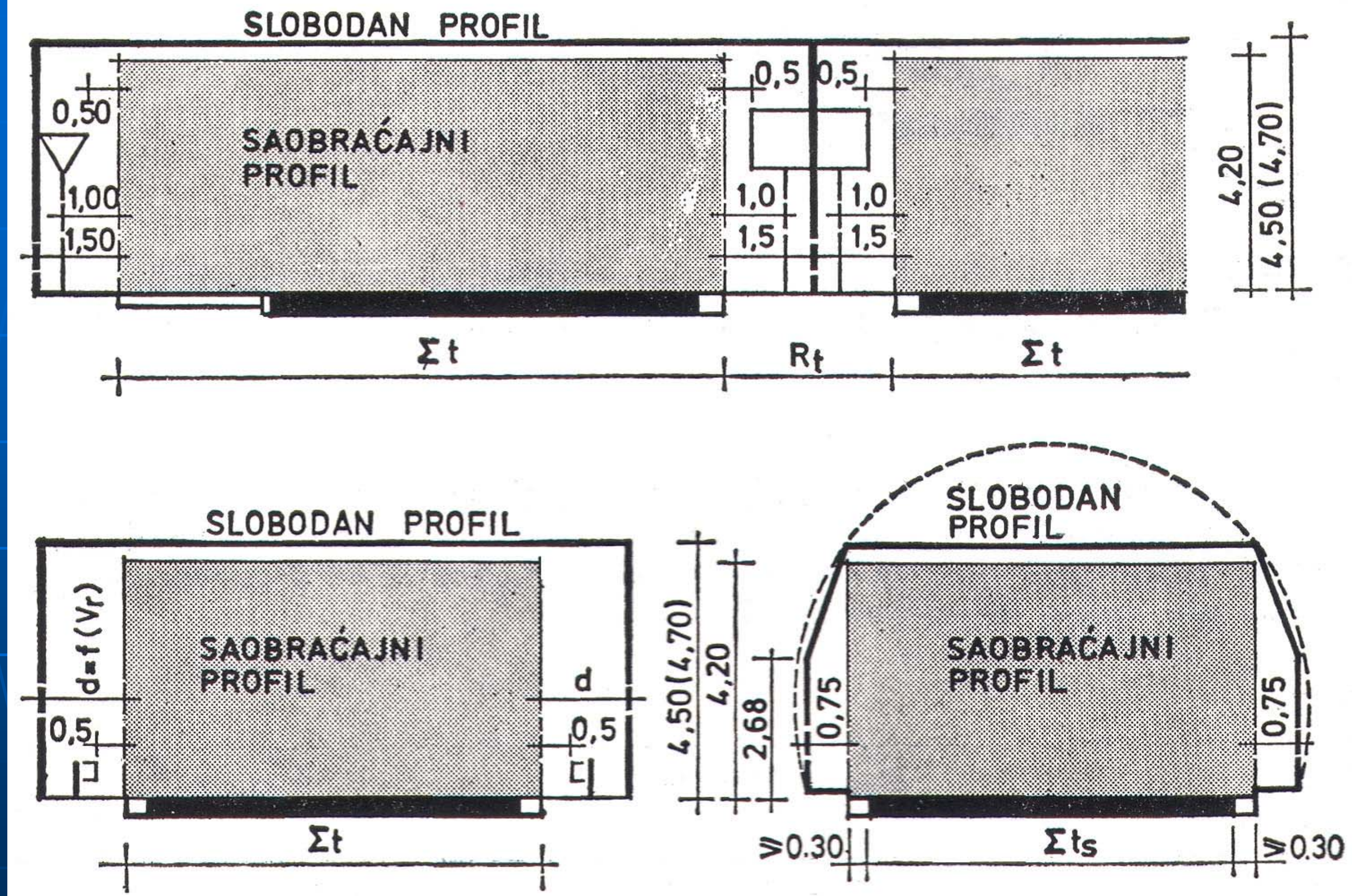
ПОПРЕЧНИ ПРОФИЛ ПУТА

- прва, полазна пројекција у пројектовању пута
- дефинише садржај и димензије функционалних елемената (саобраћајни програм, контура путног појаса, исходишта пројектних линија других пројекција)
- психо-емотивни однос возача са путем
- експлоатациони и инвестициони ефекти
- димензије елемената су најчешће одређене прописима

Саобраћајни и слободни профил

- ✓ сви путеви морају обезбедити услове за саобраћај транспортних средстава са највећим габаритима
- ✓ габаритне мере су дефинисане Међународном конвенцијом о друмском саобраћају
- ✓ саобраћајни профил: простор у коме се могу наћи физичке контуре меродавног возила у кретању, ограничен је збирном ширином свих коловозних трака и висином меродавног возила увећаном за величину могућих динамичких осцилација (4,0 + 0,2 m)
- ✓ слободан профил: саобраћајни профил увећан по ширини и висини због могућих промена статичког габарита возила или промена стања коловоза



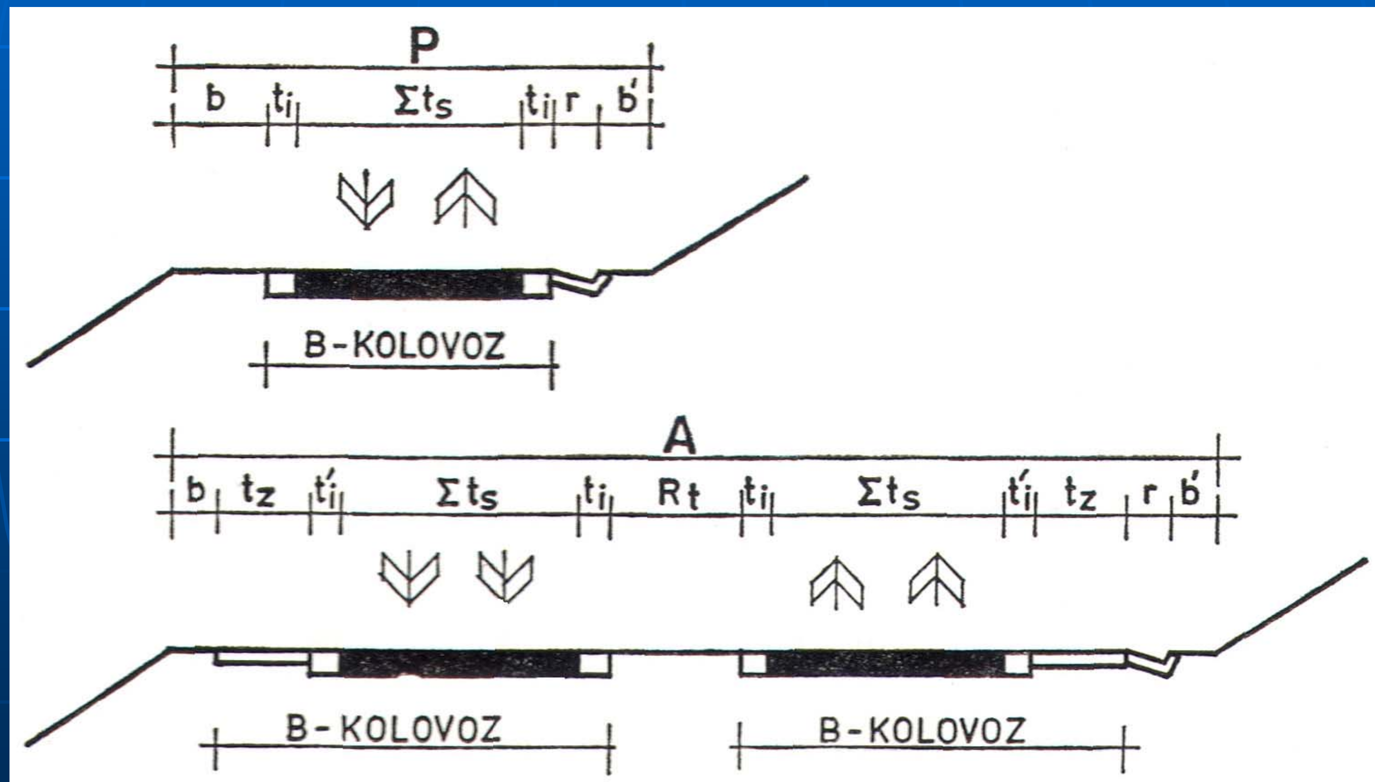
Саобраћајни и слободни профили код аутопутева и двотрачних путева у слободном простору и у тунелима

Елементи попречног профила

- збир различитих конструктивних елемената и детаља који директно или посредно служе обављању саобраћајне функције
- елементи који се налазе у равни коловоза и чине надградњу планума пута
- елементи и детаљи који обликују доњи строј путне конструкције-труп пута
- врста, број и димензије елемената и услови примене зависе од ранга пута, експлоатационих карактеристика и просторне позиције попречног профила

- коловозни елементи

  коловозне траке и сви пратећи елементи коловоза који обезбеђују услове за одвијање саобраћајне функције, сви у приближно истој равни са варијацијама попречног нагиба



Шематски приказ карактеристичних коловозних елемената за двотрачне путеве и аутопутеве

- коловозне траке

текући саобраћај:

за континуалну вожњу t_s

за спора возила t_{sp}

за успорење и убрзање $t_{d,a}$

за престројавање t_m

ивичне траке и разделне линије $t_{i,i'}$

мирујући саобраћај:

за заустављање t_z

за паркирање t_p

траке за континуалну вожњу t_s

основни елемент коловозног профила намењен искључиво за проточни саобраћај

број трака зависи од врсте пута, оптерећења и жељеног нивоа услуге

минимално 2 x 1 за двосмерне путеве и 2 x 2 за аутопутеве

ширина је у функционалној вези са програмираном брзином $t_s = 250 + V_r$ [km/h] [cm]

за деонице у правцима и кривинама са R≥200 m ширина је 2,75-3,75 m, зависно од рачунске брзине, разреда пута и категорије терена, за оштрије кривине постоји додатно проширење

међусобно су спојене у коловозну плочу у попречном нагибу ка ивици (правац 2-2,5 % за ефикасно одводњавање, кривина max 7 (9) %)

траке за спору вожњу t_{sp}

додатне траке које се граде на деоницама са већим успоном

кретање теретних возила (одржање нивоа услуге аутопута и путева I и II разреда)

потреба се јавља када трајна брзина теретних возила падне испод 50 km/h

мора се показати економска оправданост-прорачун пропусне моћи, пад нивоа услуге

нормална ширина је 3,5 m

положај: уз десну ивицу проточног дела коловоза, одвојена стандардним ознакама

попречни нагиб је исти као за коловозне траке

траке за успорење и убрзање $t_{d,a}$

додатни елемент основног коловоза у зони денивелисаних раскрсница

прилагођавање брзине приликом изливања или уливања у главни саобраћајни ток

нормална ширина је 3,5 m

положај: уз десну ивицу проточног дела коловоза, на дужини потребној за прилагођавање брзине, одвојене испрекиданом ивичном линијом

попречни нагиб је исти као за коловозне траке

траке за престројавање t_m

у саставу коловоза у зони површинских раскрсница, за склањање са континуалне возне траке оних возила која врше маневар скретања

нормална ширина је 3,5 m

одвојене испрекиданом ивичном линијом или коловозним застором друге боје

попречни нагиб је исти као за коловозне траке

ивичне траке и разделне линије $t_{i,i'}$

саставни елемент коловоза аутопутева и путева I и II разреда за визуелно оивичење проточног дела коловоза

разлика по боји од возних трака (самосталан конструктивни елемент или проширење одвојено по ивици возне траке континуално бојеном линијом)

положај: ивична трака-на граници проточног дела коловоза и пратећих елемената; ивична разделна линија-на граници проточног дела коловоза и трака за мирујући саобраћај

нормална ширина ивичне траке је 0,2-0,5 (1,0) m зависно од рачунске брзине, ранга пута и категорије терена

нормална ширина ивичне разделне линије је 0,2 m

попречни нагиб је исти као за коловозне траке

зауставне траке t_z

континуална саобраћајна трака која прати проточни део коловоза намењена за заустављање и привремено стационирање возила која услед квара или других оправданих разлога имају потребу да се искључе из саобраћајног тока

обавезан елемент аутопутева, а по потреби у магистралних путева

истраживања у САД и Немачкој: на сваких 4.000-5.000 voz.km може се очекивати потреба за једним заустављањем => на сваких 4.000-5.000 voz/h појава заустављеног возила приближно на сваком километру пута

опасност по безбедно одвијање саобраћаја

обавезан елемент за PGDS>12.000 voz/dan

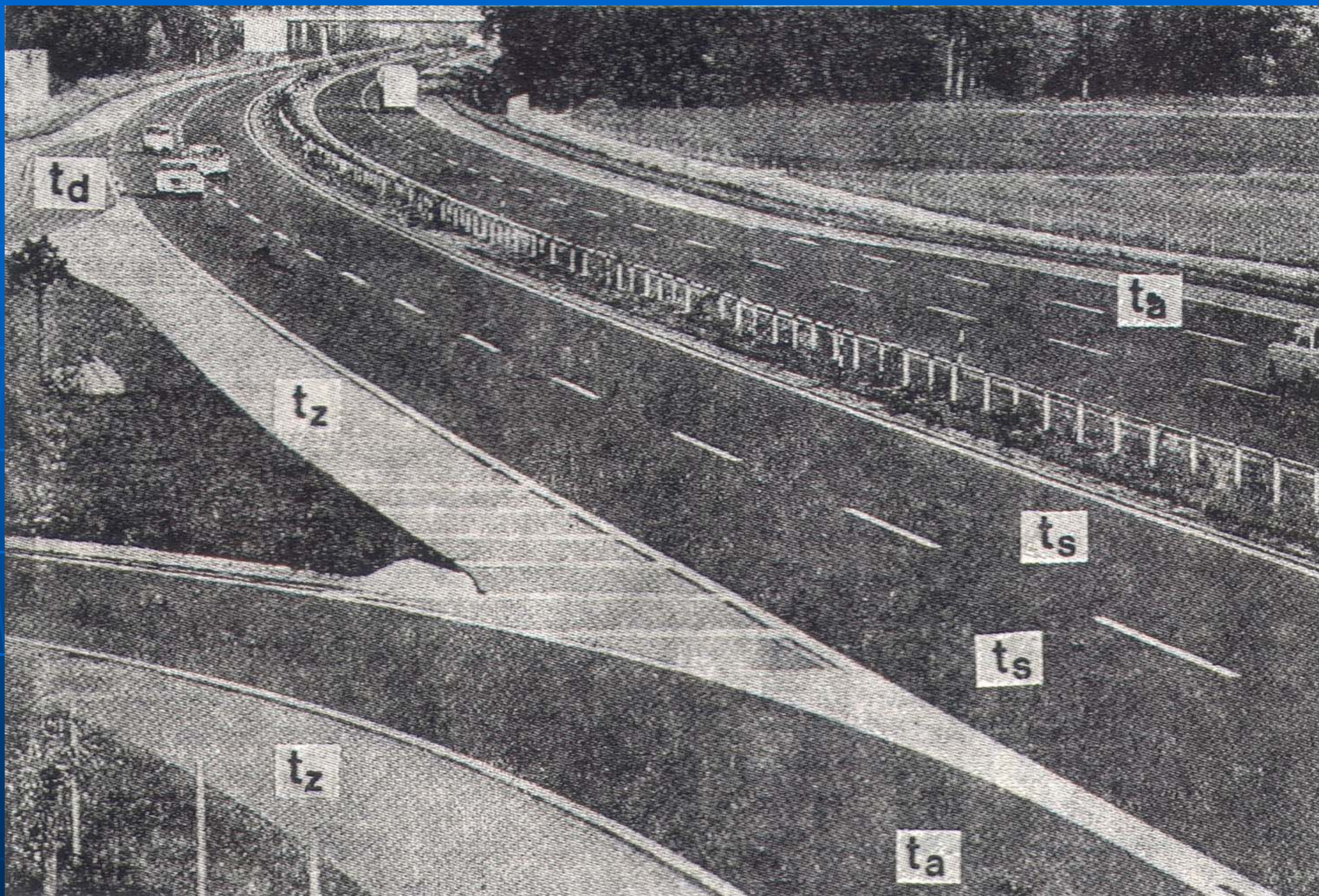
нормална ширина je 2,5 m за аутопутеве, а 1,75 m за путеве са 4 саобраћајне траке, изузетно у тунелима, на мостовима и при тешким теренским условима 1,5 m

лакша коловозна конструкција, пожељно застор у другој боји

положај: уз десну ивицу проточног дела коловоза

попречни нагиб je исти као за коловозне траке

- траке за паркирање t_p
- местимична проширења коловоза намењена за подужно паркирање возила или аутобуска стајалишта
- само на путевима III и IV разреда, а за виши ранг као самосталне коловозне површине изван основног путног профила
- нормална ширина је 2,5 m
- самостална одморишта се пројектују по посебном програму
- положај: уз десну ивицу проточног дела коловоза
- попречни нагиб је исти као за коловозне траке



Карактеристичне коловозне траке на аутопуту
у зони денивелисане раскрснице

- пратећи елементи коловоза

помоћне функције које доприносе безбедности саобраћаја и стабилности путне конструкције

банкина b

ивични елемент у насипу

обезбеђење бочне стабилности коловозне конструкције, доприноси психичкој сигурности возача, постављање путне опреме

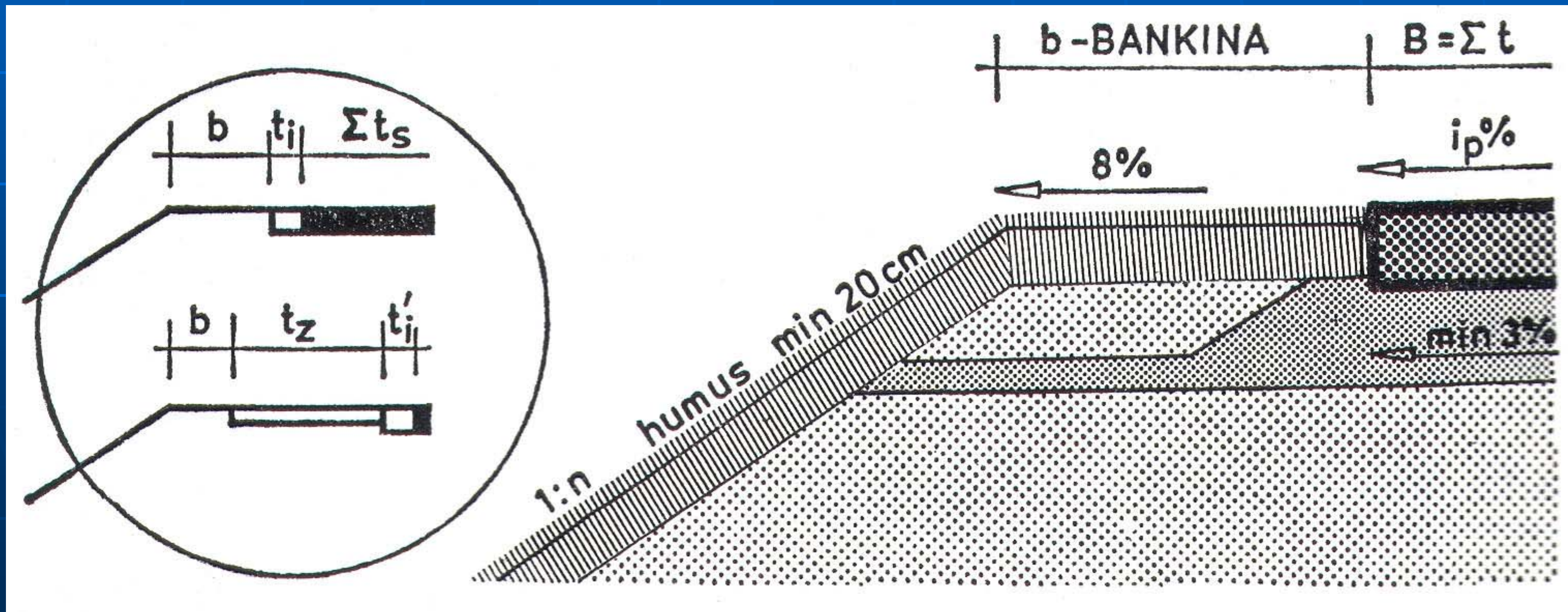
привремено депоновање материјала за поправку и одржавање путева, уклањање возила у квару

најчешће од добро збијеног природног или обрађеног материјала

попречни нагиб је ка косинама трупа пута и то: виша банкина min 4 %, а нижа у нагибу коловоза, али не мање од 4 % за стабилизоване, а 8 % за нестабилизоване

нормална ширина је 1,0-2,0 m у зависности од рачунске брзине, типа профила и категорије терена, изузетно у планининском терену 0,75 m

ако се примењује заштитна ограда ширина је за 0,5 m већа од растојања ивичне траке и унутрашње ивице ограде



Стандардни облик и конструкција банкине

ригол r

конструктивни детаљ у усеку за прихватање површинских вода и њихово каналисано вођење

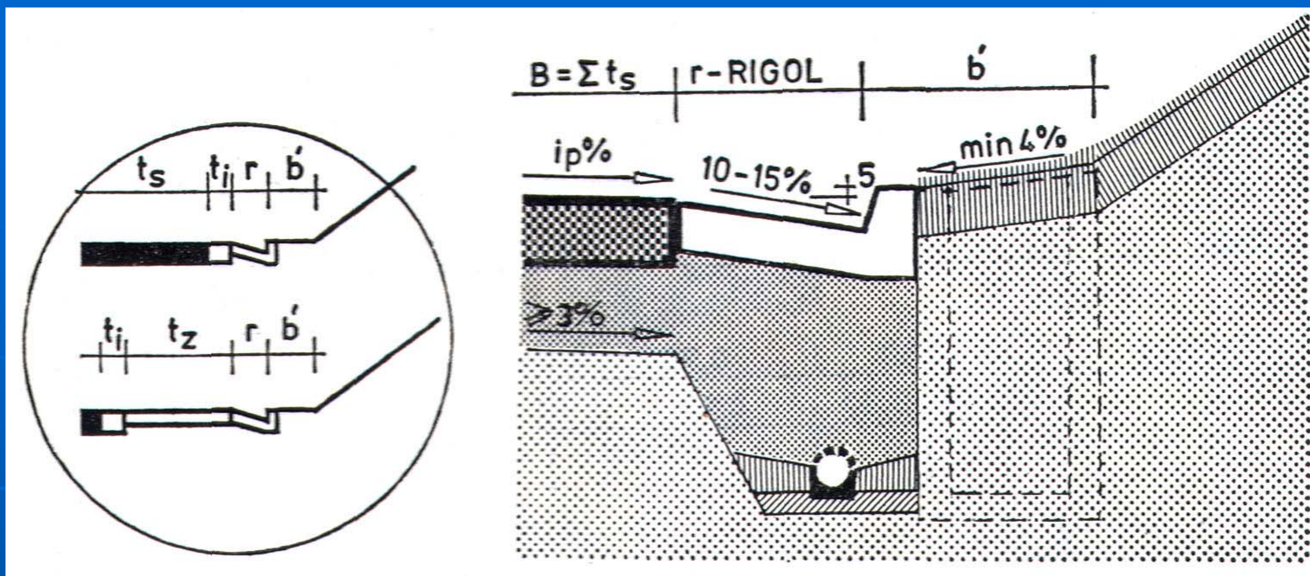
облик и димензије зависе од количине воде и хидрауличких услова отицања (посебни прорачун за сваки конкретан случај)

положај је увек уз ивицу коловоза па се мора пажљиво обликовати-типски троугласти ригол

ширина је 0,6-1,0 m

попречни нагиб је 10-15 % од ивице коловоза

најчешће се раде од ливеног бетона на лицу места или од префабрикованх бетонских елемената који се постављају на свежу бетонску подлогу



Стандардни облик и конструкција троугластог ригола

берма b’

раван простор између ригола и косине усека

заштита ригола од еродираног материјала, постављање саобраћајне сигнализације, отварање прегледности пута у кривинама и сл.

нормална ширина је 1,0-1,5 m, а најчешће b’=b-r

за недовољно преледне кривине ради се проширење према захтевима прегледности

разделни појас R_p и разделна трака R_t

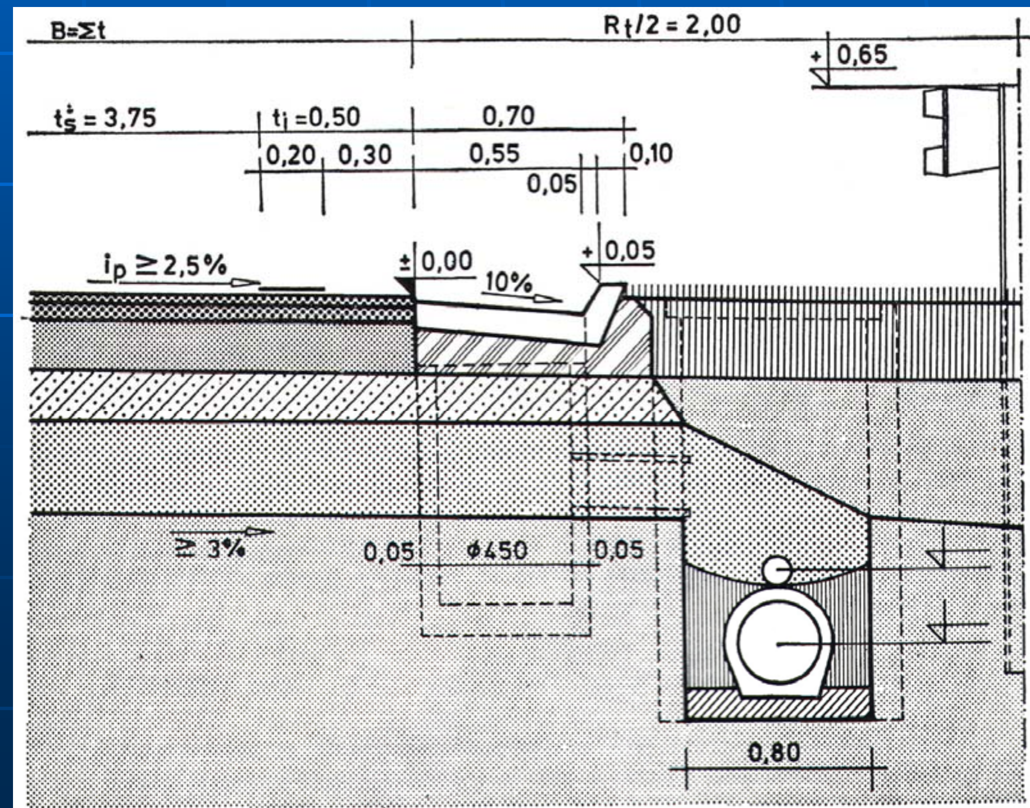
обавезан елемент аутопутских профила и путева I разреда са 4 или више трака за физичко раздвајање смерова вожње и смештај саобраћајно-техичке и експлоатационе опреме пута

искуства SAD: најбоље решење са ширином од 18,3 m (60 ft), евентуално 12,2 m (40 ft) за потпуну независност смерова (решавају се сви технички проблеми, али се заузима велики путни појас, у планинском терену каскадно постављање коловоза са денивелисаним разделним појасом)

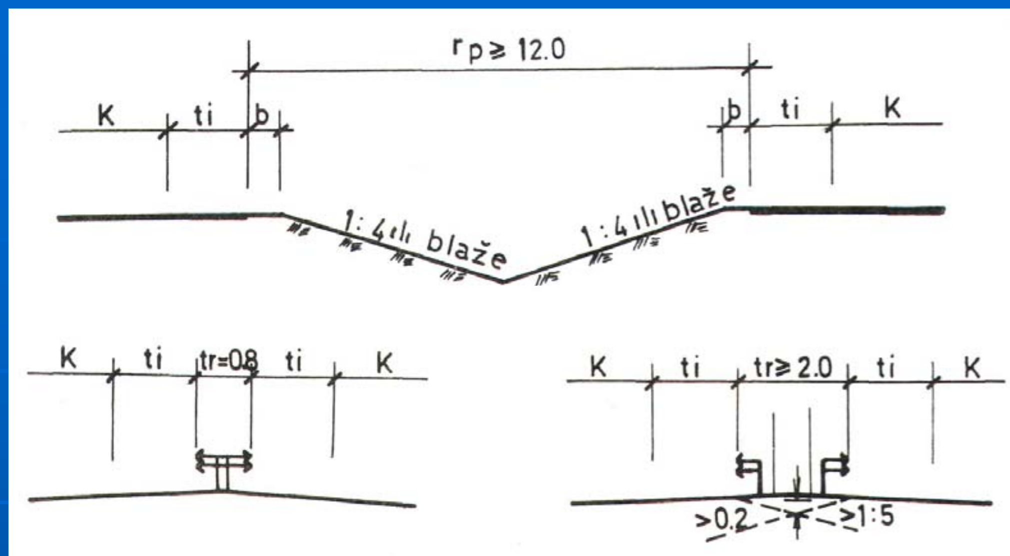
искуства у Европи: економски разлози условљавају ширину од 4,0 (3,0) m (само неопходна физичка заштита и смештај путне опреме, партерно зеленило, потребна заштита риголима и системом за одводњавање)

повремено се ради прекид зеленила да би се омогућило каналисање саобраћаја са једног на други коловоз, а обавезно испред и иза раскрсница и великих мостова и тунела, на отвореној траси на сваких 2-3 km (брзина маневра $V_p \geq 50$ km/h)

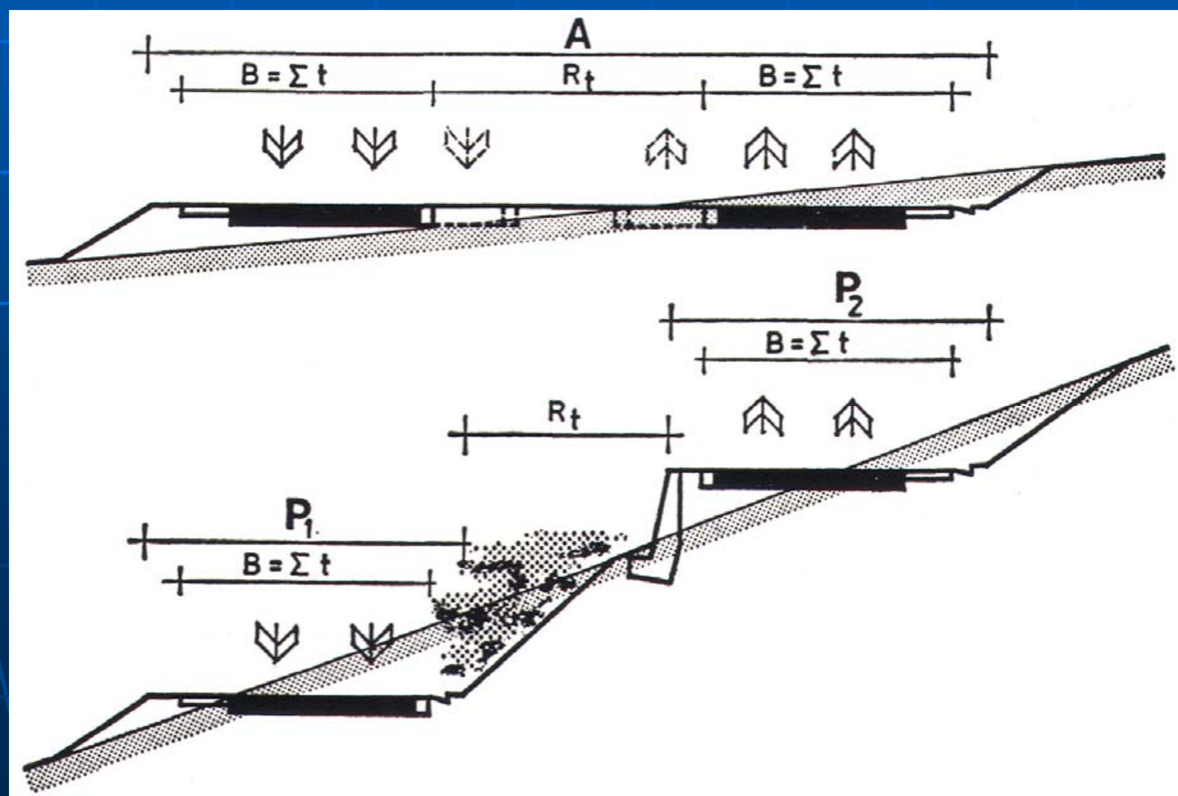
попречни нагиб је ≥4 % од ивице коловоза за траке ширине мање од 4,0 m



Стандардно обликовање разделне траке у кривини



Примери обликовања разделне траке/појаса



Оптималан разделни појас за равничарско-брежуљкасте терене и падинске трасе у брдовитим теренима

- ✓ елементи трупа пута

  формирање спољних контура путне конструкције

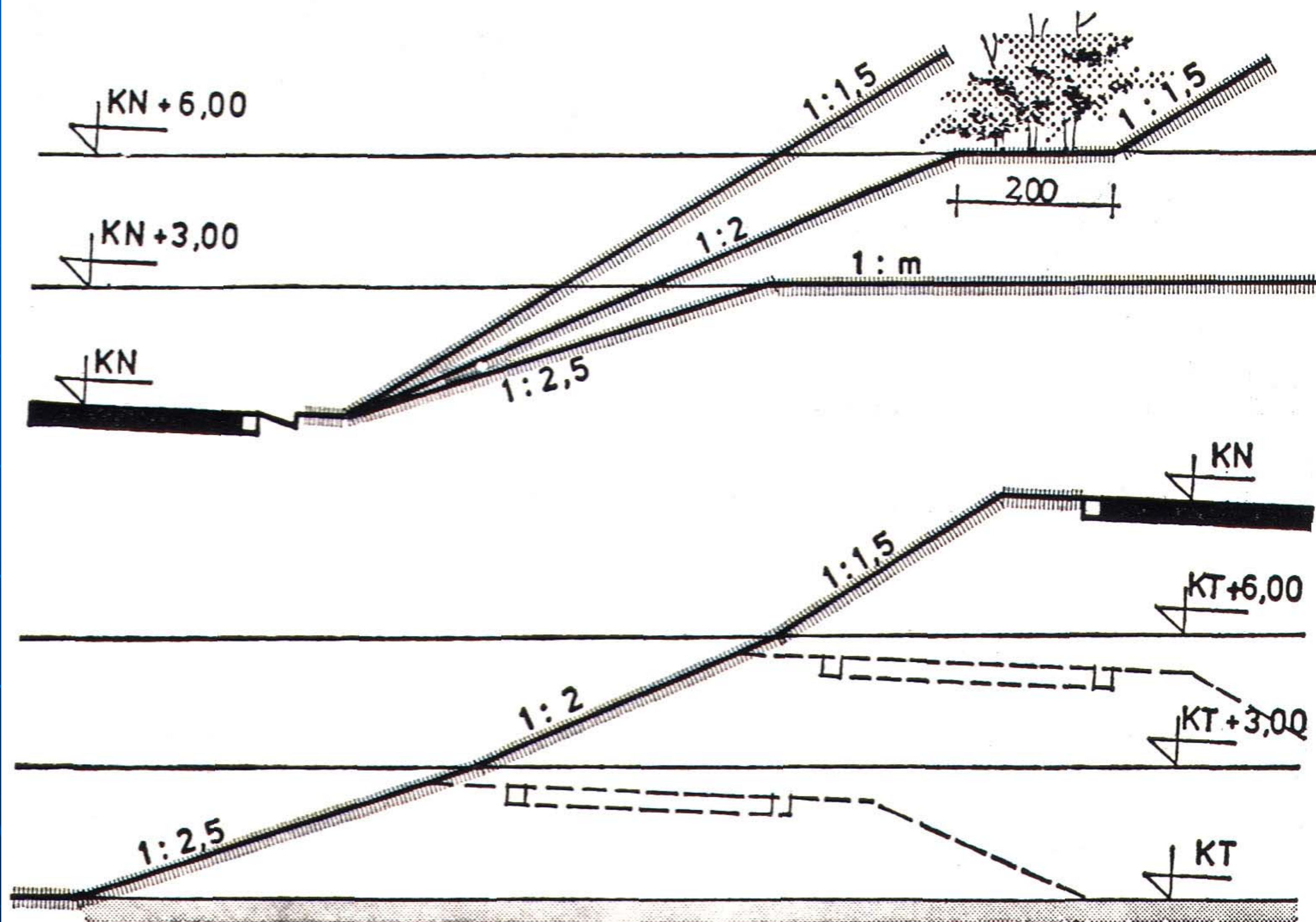
  косине усека и насипа

  нагиби косина зависе од геотехничких особина материјала од којих су изграђене, топографије, категорије пута, безбедности, трошкова грађења и одржавања

  пожељно је да буду што блажи ради уклапања у пејзаж

  ликовна тачка гледишта $1:n \leq 1:2$, одржавање травнатог покривача $1:n \leq 1:1,5$, по правилу су тиме задовољени и геотехнички критеријуми, али не и у тешким теренима

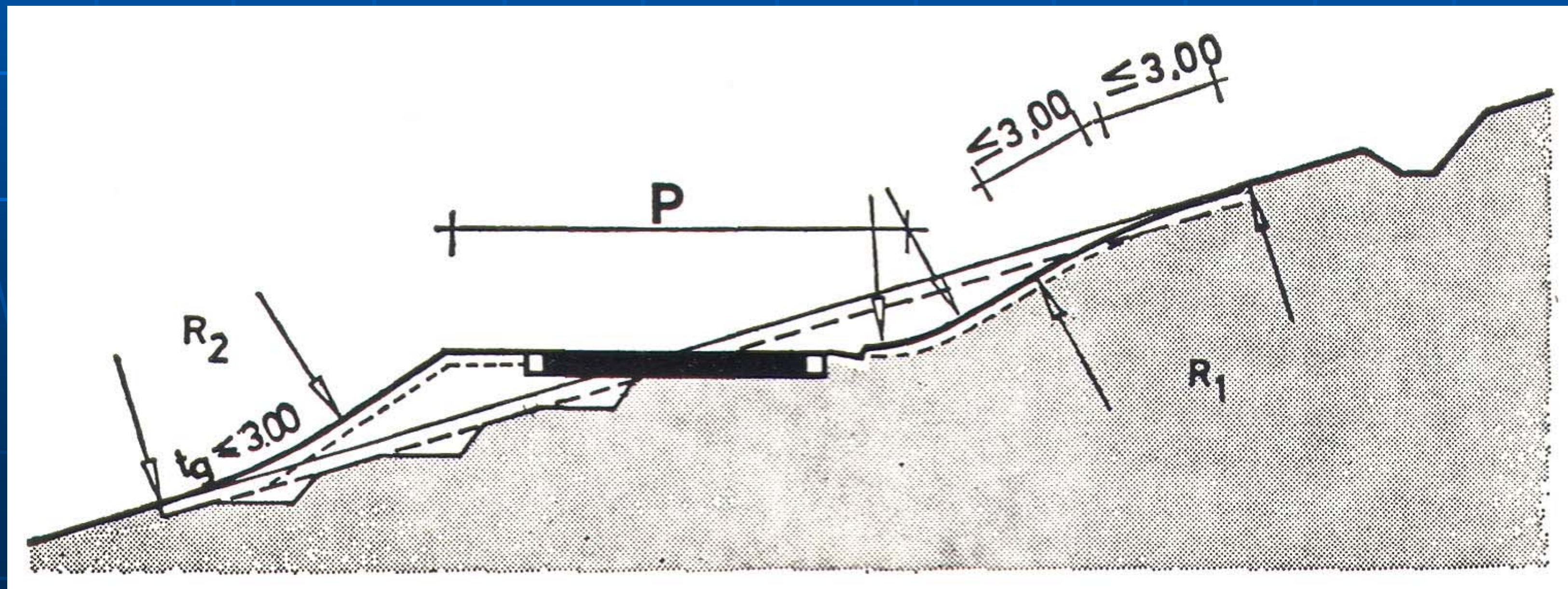
  у пракси се ове минималне вредности ретко примењују



Оријентациони нагиби косина трупа пута у зависности од висинских односа нивелете и терена за пут у усеку и у насипу

контакт косине и природног терена се изводи са заобљењем да би се ублажио утисак насилног засецања и због немогућности одржања оштрих прелома у земљаном материјалу услед дејства ерозионих сила

предвиђа се и затрављивање и озелењавање косина одговарајућим биолошким покривачем, максимално до нагиба 1:1,5

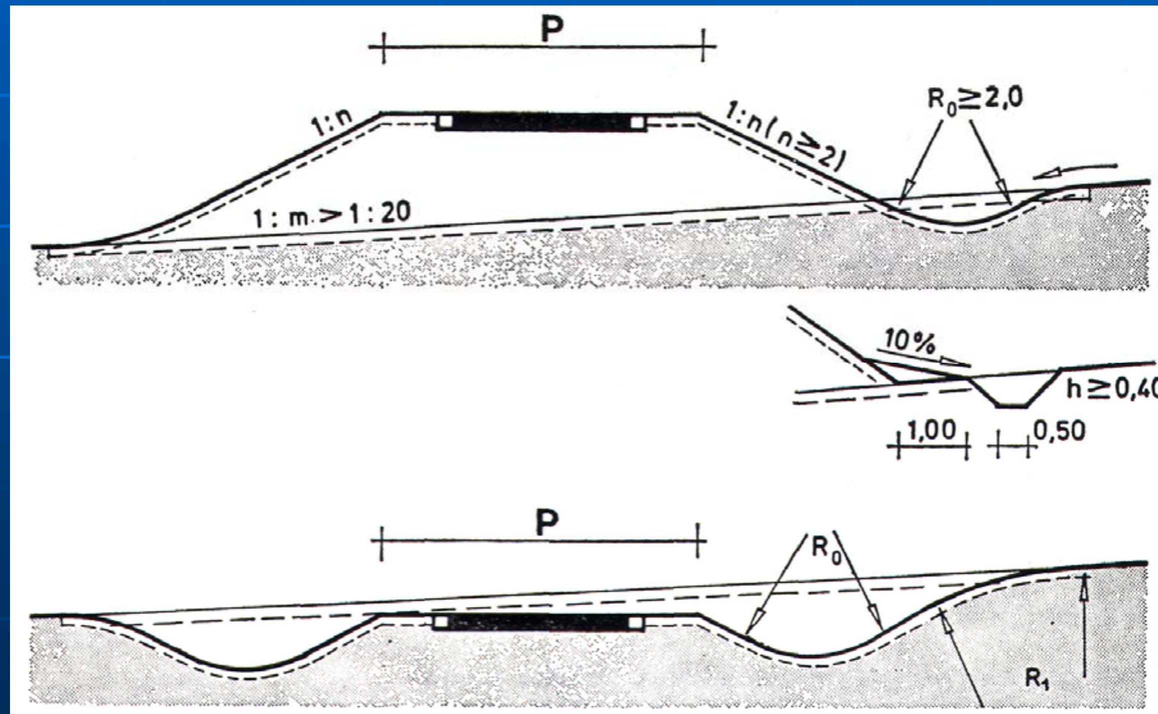


Обликовање косина на контакту земљаног трупа са тереном

заштитни елементи

заштита од површинских вода-земљани канали или кинете

равница и брежуљкаст терен-обострани сегментни канали у усецима (одводњавање, дренирање, прегледност)



Положај и облик земљаних канала у насипу
и у усеку у равничарско-брежуљкастом терену

Димензионисање коловозног профила

- коловозни профил се димензионише у првој фази пројектних истраживања-генерални пројекат
- елементи саобраћајног програма (Q_{mer}, NU, V_o) се доводе у реалан однос са капацитетом (Q_{max})
- два корака:

основа за одлуку између аутопута и двотрачног пута

правилан избор типског коловозног профила и утврђивање резерви у пропусној моћи пута

- ✓ меродавни саобраћајни чиниоци: меродавно саобраћајно оптерећење Q_{mer}, основна брзина V_o, највеће очекивано саобраћајно оптерећење Q_v

обезбедити услове за проток Q_{mer} и Q_v (преко еквивалентног броја возних јединица PAJ)

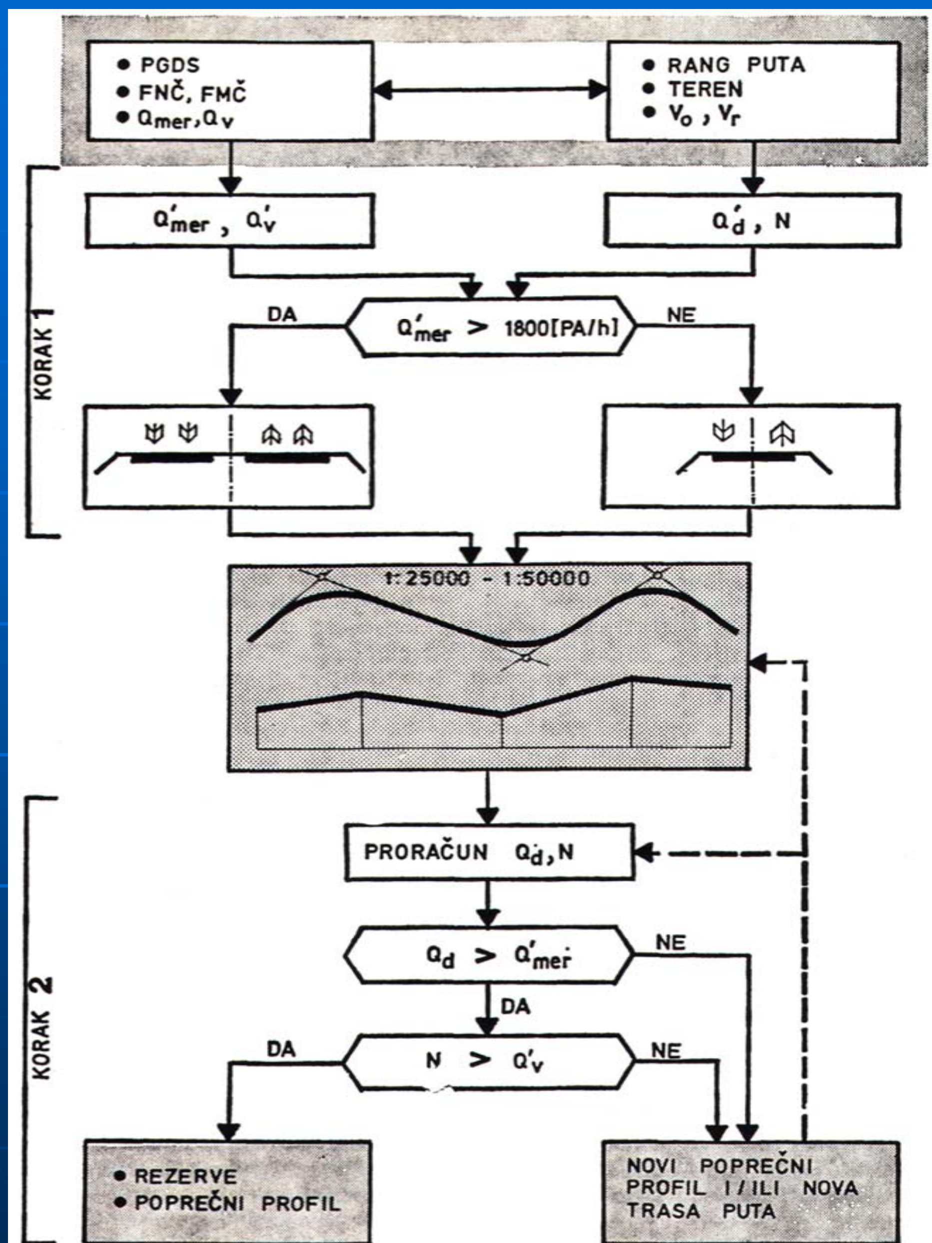
могућности попречног профила да испуни саобраћајне захтеве изражавају се кроз пропусну моћ N и дозвољени проток Q_d (са корекционим факторима за реалне услове пута)

путеви IV и V разреда се не проверавају са становишта пропусне моћи и дозвољеног протока због мале величине меродавног оптерећења, типска решења

број саобраћајних трака по смеру $n=Q_{mer}''/Q_{dts}$

Q_{mer}'' - меродавно оптерећење за јачи смер [PA/h/sm]

Q_{dts} - дозвољени проток по једној траци [PA/h/ts]



Алгоритам димензионирања попречног профила

- одлука о типу профила
- прорачун броја трака
- прорачун пропусне моћи и дозвољеног протока
- поређење захтева и могућности профила
- усвајање или нове анализе профила и трасе
- резерве веће од 20-30 % су такође разлог за нове анализе
- поједине деонице не задовољавају-додатне траке за спора возила или претицање

Стандардни попречни профили

- основни садржаји путног профила треба да буду геометријски стандардизовани по категоријама које за основу узимају разред пута и општи карактер терена
- могуће обухватити само коловозни профил
- пратећи елементи се решавају у складу са локалним теренским условима
- врсте стандардних попречних профила:

геометријски попречни профил

нормални попречни профил

типски попречни профил

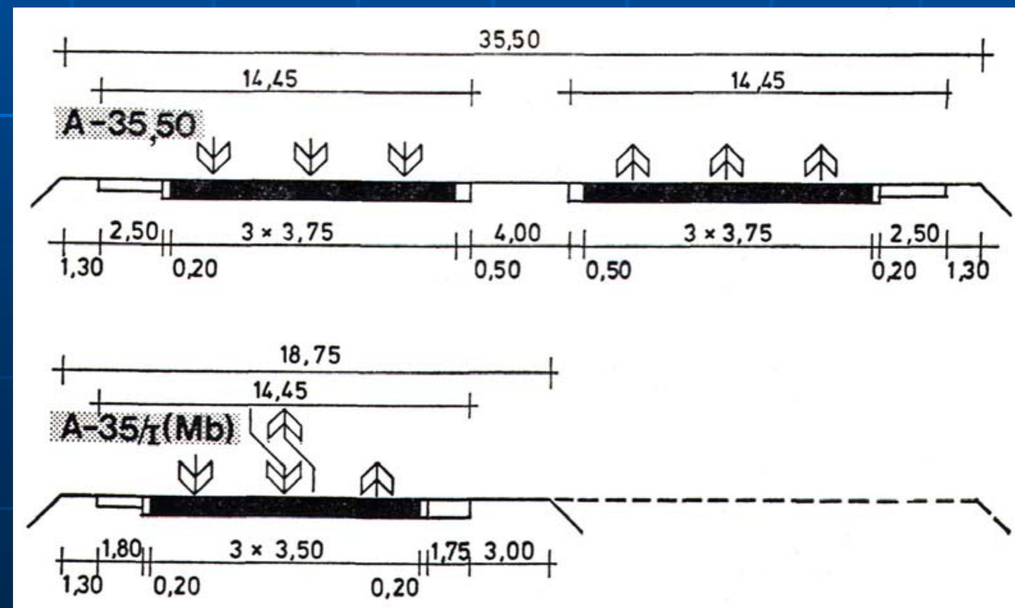
карактеристичан попречни профил

- геометријски попречни профил

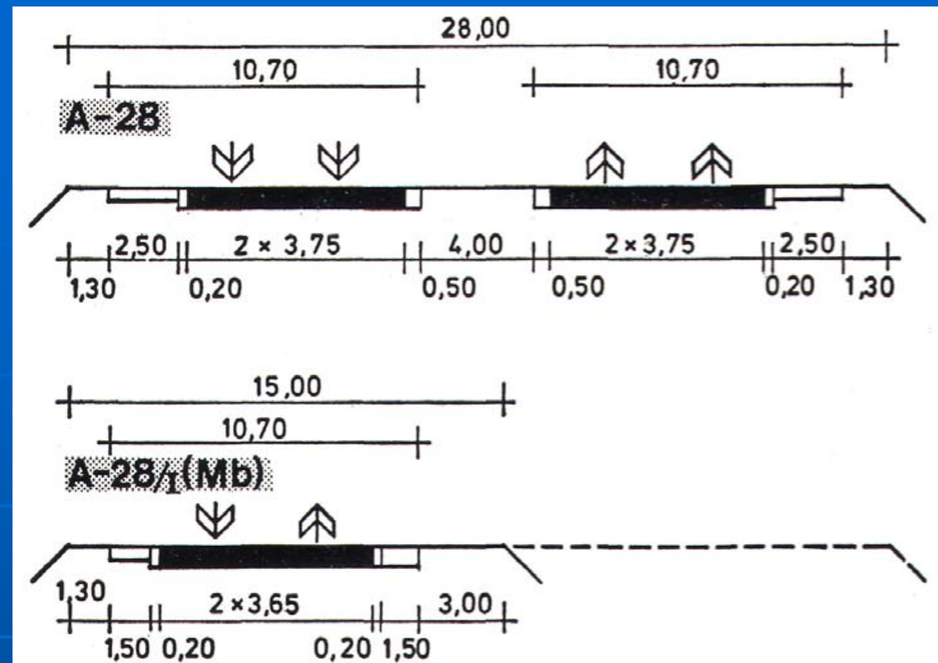
просторно усклађење усвојених елемената попречног профила са приказом стандардних мера свих саставних елемената за разне просторне позиције саобраћајнице-ближи планерској категорији

приказују се и евентуалне могућности етапног развоја

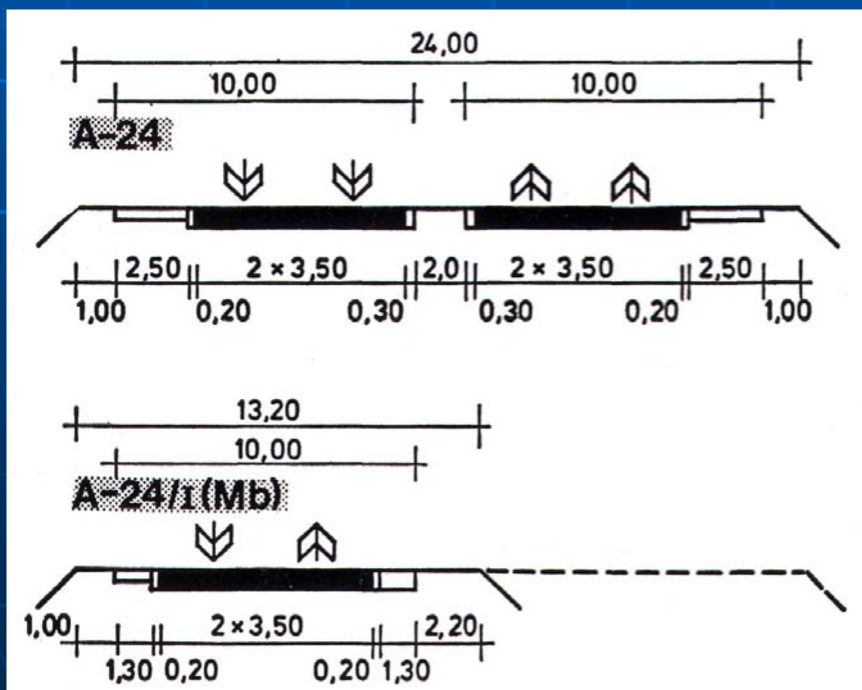
не постоје стандардни геометријски попречни профили, само препоруке



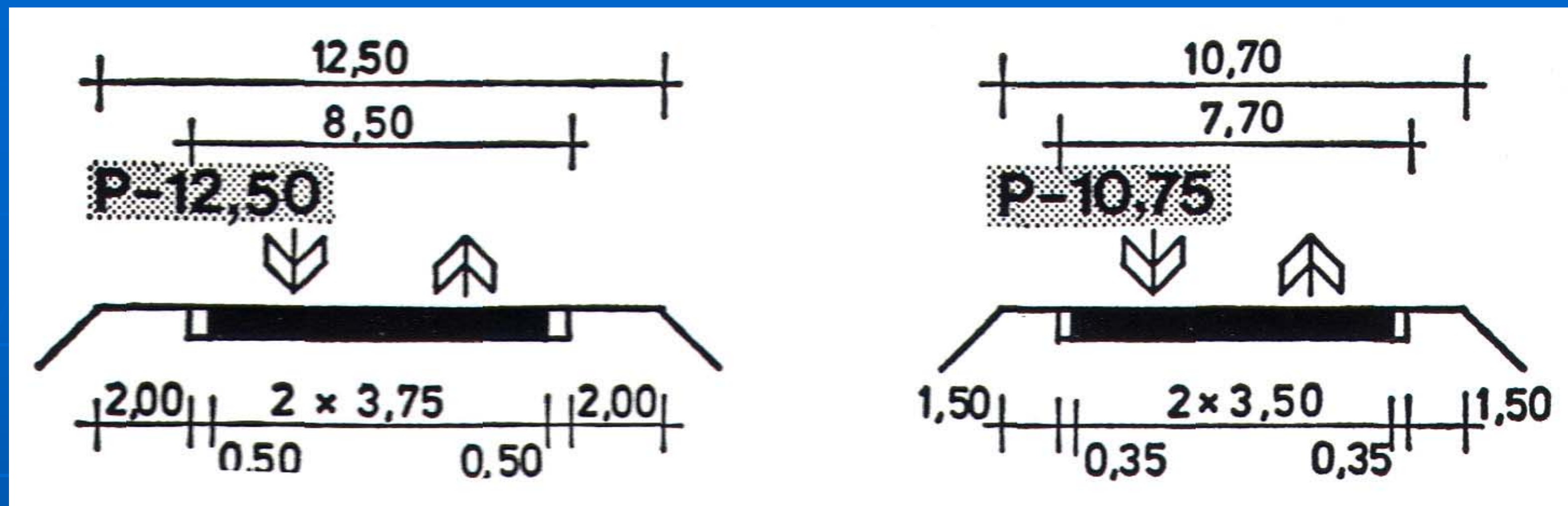
Аутопут са 6 возних трака и прва етапа



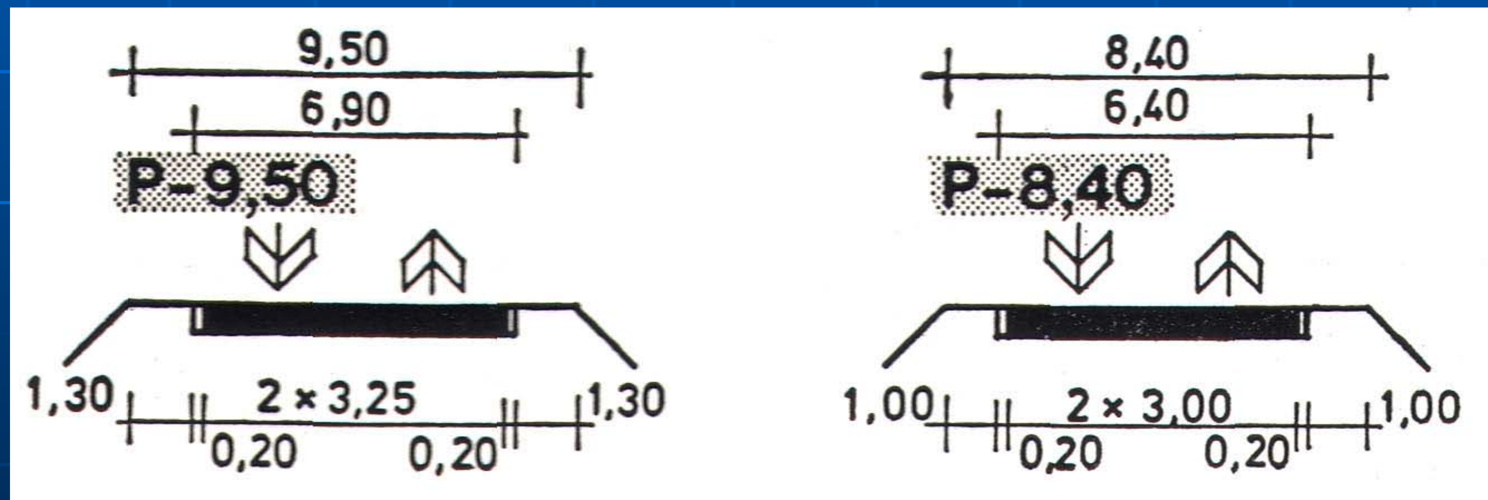
Аутопут са 4 возне траке у равничарском и брежуљкастом терену и прва етапа



Аутопут са 4 возне траке у брдовитом и планинском терену и прва етапа



Двотрачни пут првог разреда у равничарском и брежуљкастом и брдовитом терену/другог разреда у равничарском и брежуљкастом терену



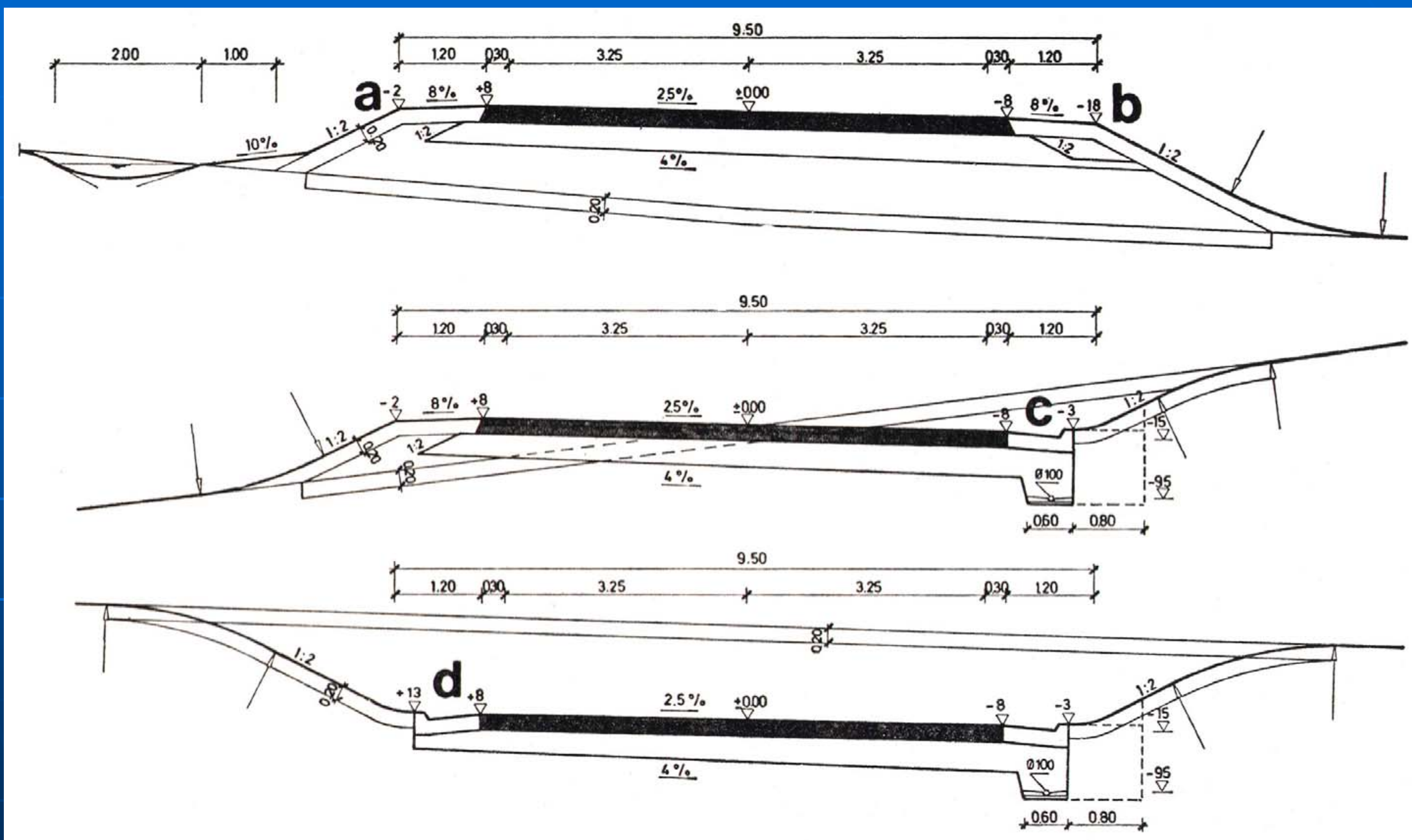
Двотрачни пут другог разреда у брдовитом терену/трећег разреда у равничарском и брежуљкастом терену и двотрачни пут трећег разреда у брдовитом и планинском терену/четвртог разреда у равничарском и брежуљкастом терену

- нормални попречни профил

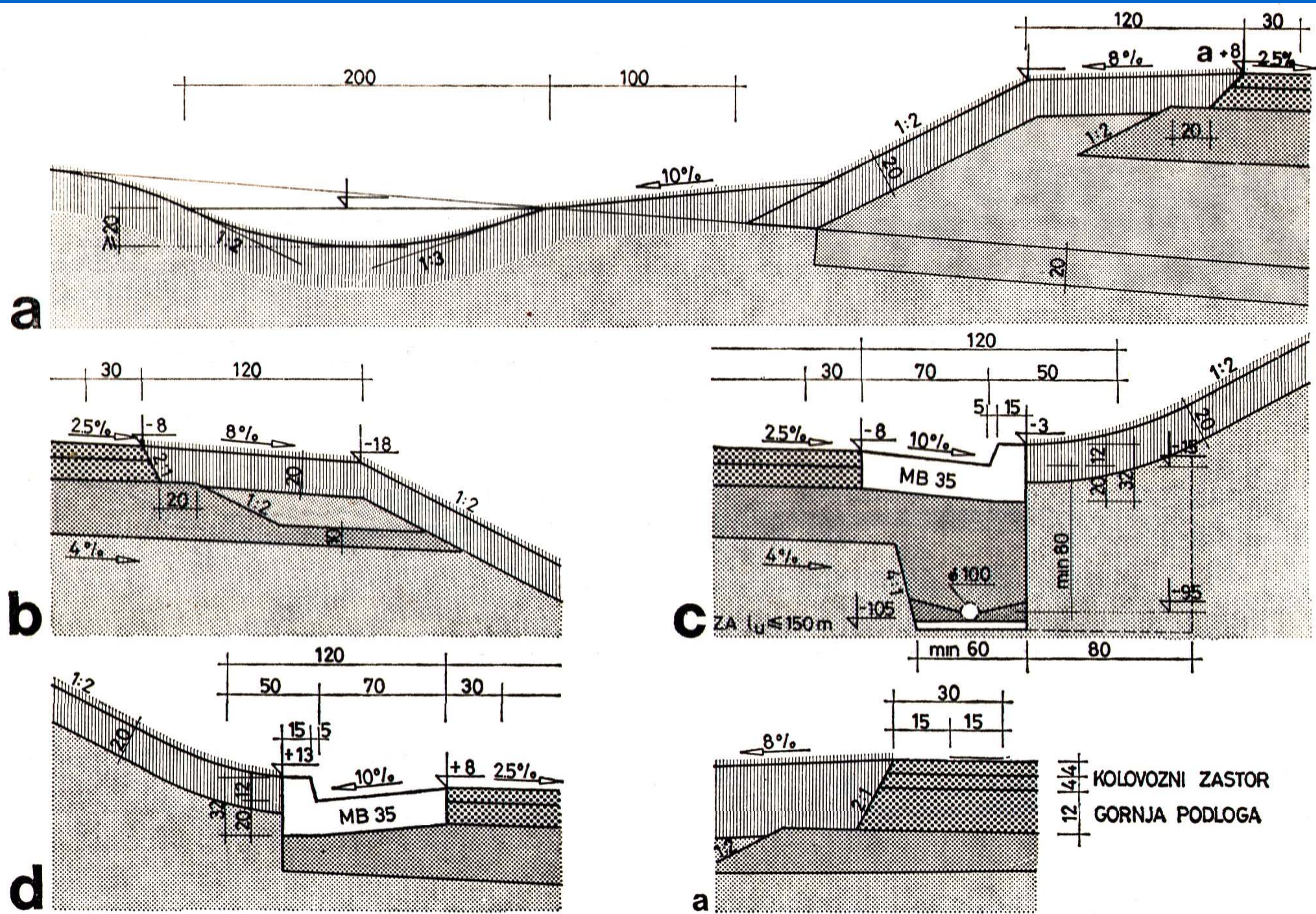
типско решење у стандардним природним и саобраћајним условима за конкретну деоницу пута са конструктивним детаљима и другим битним елементима за доношење одлука

садржај: ширине појединих елемената путног профила и укупна ширина коловозног профила, релативни нивелациони односи примењених елемената, нагиби и услови обликовања косина, границе ангажовања путног земљишта, конструктивна решења доњег и горњег строја са карактеристичним детаљима, систем одводњавања са потребним детаљима, врста и положај елемената саобраћајно-техничке опреме, детаљи етапне изградње, врста и положај пратећих елемената

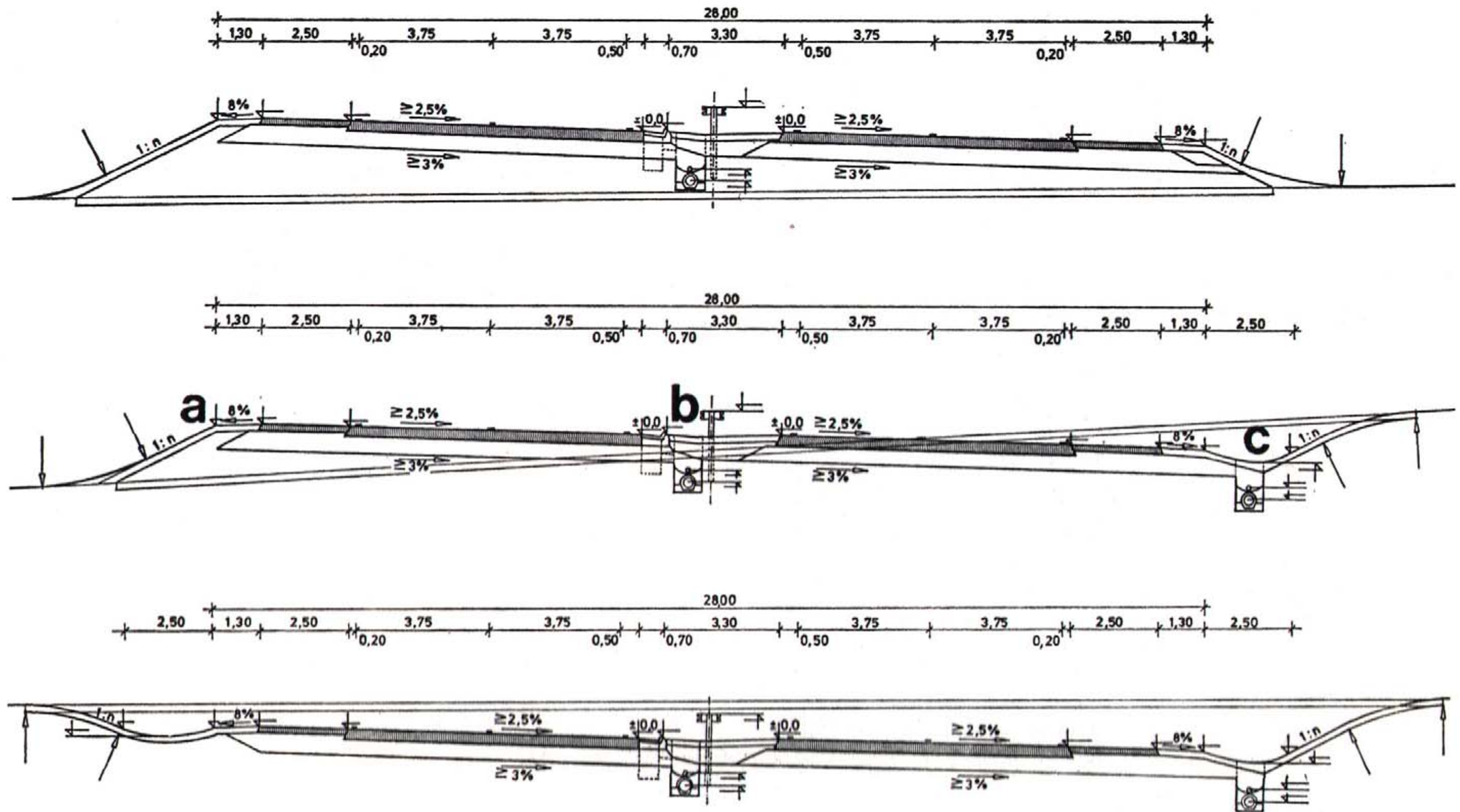
усек, насип, засек (правац и кривина)



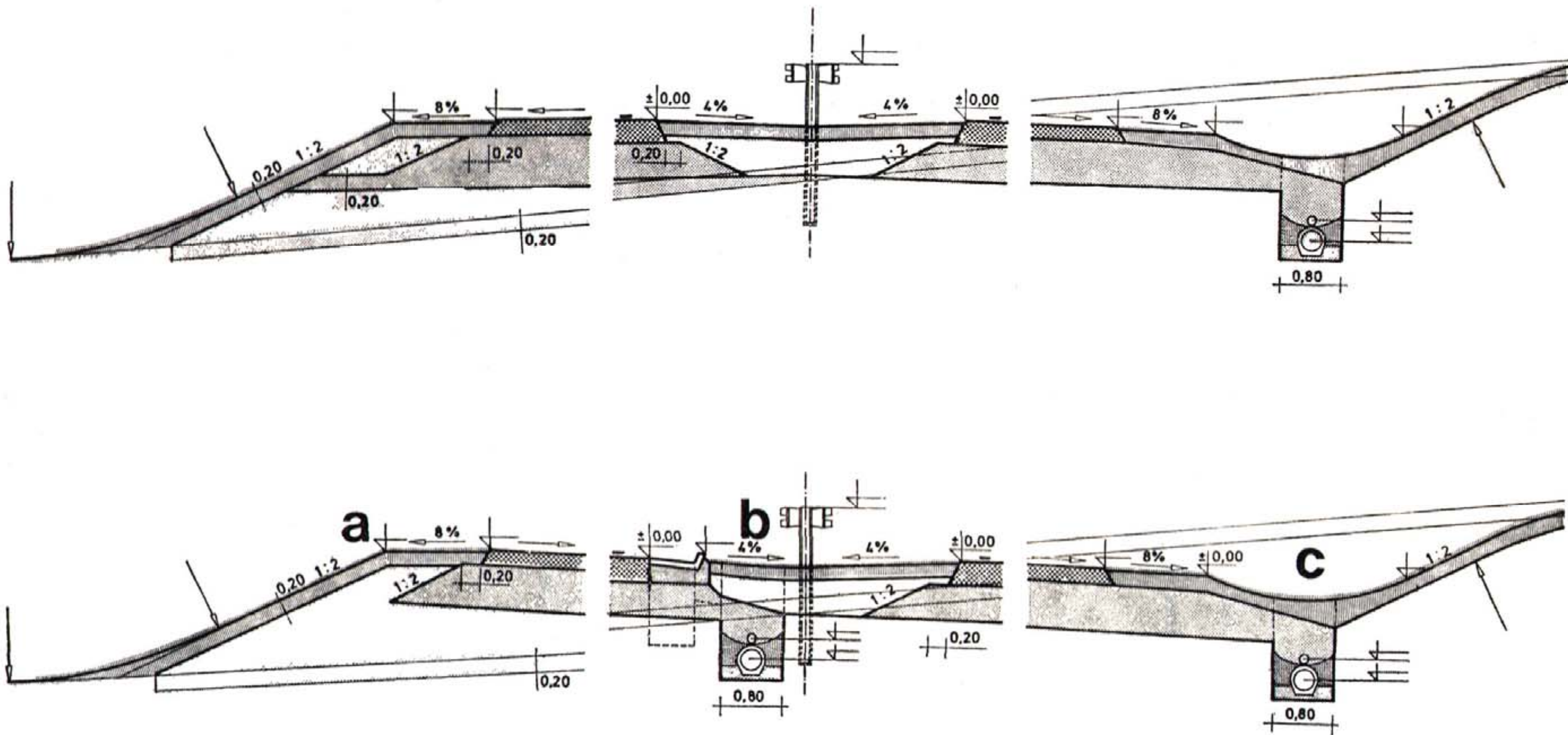
Двотрачни пут у правцу (насип, засек, усек)



Детаљи за двотрачни пут



Аутопут у кривини (насип, засек, усек)



Детаљи за аутопут у правцу и кривини

- ✓ типски попречни профил

  нормални попречни профил прилагођен општем облику решења неке конструкције или појаве која се често понавља на одређеној деоници (мост, тунел, надвожњак, подвожњак, потпорна или заштитна конструкција и сл)

- ✓ карактеристичан попречни профил

  нормални попречни профил пројектован за конкретну локацију/стационажу или краћи потез трасе са одређеним детаљом који се појављује само на тој локацији и са одговарајућим димензијама одређеним прорачуном или емпиријски